

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The ink jet type recording head which it expands [ recording head ], and the pressure generating room which is open for free passage to a reservoir through a nozzle orifice and an ink feed hopper is contracted [ recording head ] with a piezoelectric transducer, and makes an ink droplet breathe out, The 1st signal which carries out electrical-potential-difference change with rate of change fixed in one direction from the electrical potential difference of arbitration, The 1st signal generation means which generated the 2nd signal holding a predetermined electrical potential difference, and the 3rd signal which carries out electrical-potential-difference change with rate of change fixed from said predetermined electrical potential difference to the electrical potential difference of said arbitration, and was connected to one terminal of said piezoelectric transducer, The 4th signal which carries out electrical-potential-difference change with rate of change fixed in one direction from the electrical potential difference of arbitration, The 2nd signal generation means which generated the 5th signal holding a predetermined electrical potential difference, and the 6th signal which changes with rate of change fixed from said predetermined electrical potential difference to the electrical potential difference of arbitration, and was connected to the other-end child of said piezoelectric transducer, The ink jet type recording device which consists of a control means which operates the 1st signal generation means and the 2nd signal generation means synchronizing with the timing signal from the outside.

[Claim 2] The ink jet type recording device according to claim 1 which is electrical-potential-difference change which one [ said ] direction expands said pressure generating room, and the direction of said another side makes contract said pressure generating room.

[Claim 3] The ink jet type recording device according to claim 1 by which at least one side of the said 1st and 2nd signal generation means is connected to said piezoelectric transducer through a bidirectional switching means by which said printing signal receives control.

[Claim 4] The ink jet type recording device according to claim 1 with which the time difference of extent which does not affect the regurgitation of an ink droplet is established between termination of the signal from the 1st signal generation means, and

generating of the signal from the 2nd signal generation means.

[Claim 5] The ink jet type recording device according to claim 3 said whose time difference is 4 or less microseconds.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The field of the technique in which invention belongs] This invention relates to the drive technique of the ink jet recording head which used the piezoelectric transducer for the actuator.

[0002]

[Description of the Prior Art] Since the ink-jet type recording head which expands, is made to contract the pressure generating room which a part is constituted by the elastic plate and is open for free passage to a nozzle orifice with a piezoelectric transducer, and performs suction of ink and formation of an ink droplet can control to arbitration the variation rate of the piezoelectric transducer which is an actuator by the signal wave form, it tends to control the size of an ink droplet etc. as compared with the ink-jet type recording head which uses a heater element for a driving means, and is high resolution, and printing at high speed is possible for it.

[0003] However, since such a piezoelectric transducer is inevitably accompanied by residual vibration, big residual vibration remains also after expulsion of an ink droplet, the behavior of a meniscus is affected, and it originates in this, and the location of the meniscus at the time of the next expulsion of an ink droplet may change the flight direction of an ink droplet as a rose and a result, and ink Myst may arise by big overshoot by the side of the nozzle orifice of a meniscus, and it may cause a fall to a quality of printed character. It is a publication number in order to solve such a problem. So that a number official report may see The 1st process to which a pressure generating room is made to expand, and the 2nd process which shrinks the pressure generating room in an expansion condition, and makes an ink droplet breathe out from a nozzle orifice, A pressure generating room is made to expand to the volume smaller than the 1st process when vibration of the meniscus produced after expulsion of an ink droplet goes to a nozzle orifice side. The drive approach of detaining a meniscus inside a nozzle orifice so that vibration of the meniscus generated by the regurgitation of an ink droplet is drawn in a pressure generating room side, and vibration of a meniscus may be attenuated effectively and it may become the optimal location for the next expulsion of an ink droplet is proposed.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since change of the electrical potential difference from intermediate voltage to one direction and change of the electrical potential difference to the direction of another side are needed so that drawing 8 may see, in order to realize such a drive, The difference electrical potential difference V1 of a maximum voltage

V<sub>H</sub> and the minimum electrical potential difference V<sub>L</sub> will act on a piezoelectric transducer. The electronic parts which constitute a piezoelectric transducer and a drive circuit are asked for pressure-proofing equivalent to this, if it is in the equipment which needs a big variation rate for a piezoelectric transducer, what has high withstand voltage is needed for a piezoelectric transducer or passive circuit elements, and there is a problem of causing the rise of cost. The place which this invention is made in view of such a problem, and is made into the purpose is offering the new ink jet type recording device which can attain low pressure-proofing-ization of a piezoelectric transducer or electronic parts in both directions from intermediate voltage, using positively the property of the driving signal of carrying out electrical-potential-difference change.

[0005]

[The means for canceling a technical problem] In order to solve such a problem, it sets to this invention. The ink jet type recording head which it expands [ recording head ], and the pressure generating room which is open for free passage to a reservoir through a nozzle orifice and an ink feed hopper is contracted [ recording head ] with a piezoelectric transducer, and makes an ink droplet breathe out, The 1st signal which carries out electrical-potential-difference change with rate of change fixed in one direction from the electrical potential difference of arbitration, The 1st signal generation means which the 3rd which carries out electrical-potential-difference change with the 2nd signal holding a predetermined electrical potential difference and rate of change fixed from said predetermined electrical potential difference to the electrical potential difference of said arbitration carried out signal generation, and was connected to one terminal of said piezoelectric transducer, The 4th signal which carries out electrical-potential-difference change with rate of change fixed in one direction from the electrical potential difference of arbitration, The 2nd signal generation means which generated the 5th signal holding a predetermined electrical potential difference, and the 6th signal which changes with rate of change fixed from said predetermined electrical potential difference to the electrical potential difference of arbitration, and was connected to the other-end child of said piezoelectric transducer, It had the control means which operates the 1st signal generation means and the 2nd signal generation means synchronizing with the timing signal from the outside.

[0006]

[Function] The maximum voltage of each signal generation means only acts, the variation rate equivalent to the sum of the electrical potential difference of each signal generation means produces a piezoelectric transducer, and the ink droplet of the amount of ink suitable for printing and a flying speed is made to breathe out.

[0007]

[Embodiment of the Invention] Then, based on the example illustrating the detail of this invention, it explains below. Drawing 1 shows one example of the ink jet type recording head used for this invention, the nozzle plate in which the nozzle orifice 2 was drilled, and 3 are elastic plates, as for a passage configuration plate and 4, close both sides of the

passage configuration plate 3 with a nozzle plate 1 and an elastic plate 4, and, as for the sign 1 in drawing, the ink passage unit is constituted.

[0008] This ink passage unit 5 has the pressure generating room 6, a reservoir 7, and the ink feed hopper 8 that connects these, and in response to the variation rate of the piezoelectric transducer 9 mentioned later, an ink droplet is breathed out from a nozzle orifice 2, and it attracts the ink of a reservoir 4 in the pressure generating room 6.

[0009] 9 carries out the laminating of the electrical conducting material which is a piezoelectric transducer and serves as piezoelectric material 10 and internal electrodes 11 and 12 in parallel with the expanding direction by turns, and is constituted. When contracting in the direction of a laminating of a conductive layer, and the right-angled direction in the state of charge and moving from a charge condition to a discharge condition, with a conductive layer and the vibrator in the so-called longitudinal-oscillation mode elongated in the right-angled direction The other end is being fixed to the pedestal 13 in the condition of having made the tip contacting the elastic plate 4 which forms the pressure generating room 6.

[0010] It is constituted so that drawing 2 shows one example of the drive circuit which drives the ink jet type recording head mentioned above, the sign 20 in drawing may be a control signal generating circuit, it may have input terminals 21 and 22 and output terminals 23, 24, and 25, and the printing signal and timing signal from an external device which generate print data may input into terminals 21 and 22 and a shift clock signal, a printing signal, and a latch signal may output from output terminals 23, 24, and 25.

[0011] The 1st drive signal generating circuit 26 and the 2nd drive signal generating circuit 28 output the driving signal later mentioned to output terminals 27 and 29 based on the timing signal from an external device inputted from the terminal 22. The bidirectional transistor 30 which receives on-off control in an output terminal 27 with the signal from the flip-flop mentioned later is minded, and they are piezoelectric transducers 9, 9, and 9.... The other end child of piezoelectric transducers 9, 9, and 9 is connected to the output terminal 29 for one terminal again.

[0012] F1, F1, and F1 .... are flip-flops which constitute a latch circuit, respectively, and F2, F2, and F2 .. are the flip-flops which constitute a shift register. flip-flops F2, F2, and F2 .. the printing signal outputted from .... corresponding to each piezoelectric transducers 9 and 9 and 9 .. is latched by flip-flops F1 and F1 and F1 .., and it is constituted so that a selection signal may be outputted to each bidirectional switching transistors 30 and 30 and 30 ..

[0013] the time of drawing 3 showing one example of the control signal generating circuit 20, being initialized in the standup of the timing signal ( drawing 6 (I) ) which the sign 31 in drawing is a counter and is inputted from a terminal 22, and carrying out counting of the clock signal from an oscillator circuit 33 to the value of piezoelectric transducers 9 and 9 and 9 .... which is in agreement with a number -- the carry signal of LOW level -- outputting -- counting -- actuation is suspended. The carry signal of this counter 31 has the clock signal and AND of an oscillator circuit 33 taken by the AND gate, and is outputted to

a terminal 23 as a shift clock signal.

[0014] Moreover, signs 34 are the piezoelectric devices 9 and 9 inputted from a terminal 21, and the memory which memorizes the printing data of the number of bits which is in agreement with 9 ..., and are doubled and equipped also with the function which carries out the serial output of the printing data memorized inside synchronizing with the signal from the AND gate to a terminal 24 for every bit.

[0015] The printing signal by which serial transmission is carried out from this terminal 24 is latched to the bidirectional switching transistors 30 and 30, the flip-flops F1, F1, and F1 which constitute the above-mentioned shift register with the shift clock signal of 30 ... which turned into a selection signal and was outputted from the terminal 23 of a printing signal, and .. the following printing period. In addition, a latch signal ( drawing 6 (VIII) ) is outputted from the latch signal generation circuit 35 synchronizing with falling of the above-mentioned carry signal.

[0016] Drawing 4 is what shows one example of the drive signal generating circuit 26. The sign 40 in drawing In the 1st timing control circuit, it has two cascaded one-shot multivibrators M1 and M2. To each one-shot multivibrators M1 and M2, respectively Sum  $T1 =$  of the 1st charging time ( $Tc1$ ) and the 1st hold time ( $Th1$ ) ( $Tc1+Th1$ ), The pulse width ( drawing 6 (II), (III) ) for specifying sum  $T2 =$  ( $Td1+Th2$ ) of a charging time value ( $Td1$ ) and the 2nd hold time ( $Th2$ ) is set up.

[0017] It is constituted so that it may turn on and off control of the transistor Q2 which performs charge, respectively, and the transistor Q3 which performs discharge may be carried out by the standup of the pulse outputted from each one-shot multivibrators M1 and M2, and falling.

[0018] If the timing signal from an external device inputs into a terminal 22, the one-shot multivibrator M1 which constitutes the timing control circuit 40 will output the pulse signal ( drawing 6 (II) ) of the pulse width ( $Tc1+Th1$ ) beforehand set as this. If a transistor Q1 serves as ON by this pulse signal, a capacitor C1 will be charged as it is also at the fixed current which becomes settled by the transistor Q2 and resistance R1. If the terminal voltage of a capacitor C1 turns into supply voltage  $VH1$  by this charge, this electrical potential difference will be maintained until charge actuation stops automatically and discharges henceforth.

[0019] Time amount which is next equivalent to the pulse width of a one-shot multivibrator M1 ( $Tc1+Th1$ ) = when T1 passes and this is reversed, a transistor Q1 becomes off, and a pulse signal ( drawing 6 (III) ) outputs from a one-shot multivibrator M2, a transistor Q3 serves as ON, and a capacitor C1 is made to discharge. This discharge is performed to the electrical potential difference  $V1$  predetermined with the fixed current which becomes settled by the transistor Q4 and resistance R3.

[0020] As shown in drawing 6 (IV), by such charge and discharge, it goes up with fixed inclination on an electrical potential difference  $VH1$  from an electrical potential difference  $V1$ , and in this electrical potential difference  $VH1$ , fixed time amount  $Th 1$  is held and the voltage waveform which descends to  $V1$  with fixed inclination is obtained shortly.

[0021] Drawing 5 shows one example of the 2nd drive signal generating circuit 28, the sign 41 in drawing is the 2nd timing control circuit, and tandem connection of the one-shot multivibrator M3 and the 2nd one-shot multivibrator M4 which are started by the standup of the one-shot multivibrator M2 of the 1st timing control circuit 40 is carried out.

[0022] The pulse width ( drawing 6 (V), (VI)) for specifying T four which is sum  $T_3 = (T_{c2} + T_{h3})$  of the 2nd charging time ( $T_{c2}$ ) and the 3rd hold time ( $T_{h3}$ ) and the 2nd charging time value ( $T_{d2}$ ), respectively is set to each one-shot multivibrators M3 and M4.

[0023] It is constituted so that it may turn on and off control of the standup of the pulse outputted from each one-shot multivibrators M3 and M4, the transistor Q8 which performs charge by falling, respectively, and the transistor Q10 which performs discharge may be carried out.

[0024] If the timing signal from an external device inputs into a terminal 22, the one-shot multivibrator M3 which constitutes the timing control circuit 41 will output the pulse signal ( drawing 6 (V)) of pulse width  $T_3 (T_{c2} + T_{h3})$  beforehand set as this. If a transistor Q8 serves as ON by this pulse signal, a capacitor C2 will be charged as it is also at the fixed current which becomes settled by the transistor Q9 and resistance R3. If the terminal voltage of a capacitor C2 turns into supply voltage  $V_{H2}$  by this \*\*\*\*\*, this electrical potential difference will be maintained until charge actuation stops automatically and discharges henceforth.

[0025] Time amount which is next equivalent to the pulse width of a one-shot multivibrator M3 ( $T_{c2} + T_{h3}$ ) = when  $T_3$  passes and this is reversed, a transistor Q8 becomes off, and the pulse signal ( drawing 6 (VI)) of pulse width  $T_3$  outputs from a one-shot multivibrator M3, a transistor Q10 serves as ON, and a capacitor C2 is made to discharge. This discharge is performed to the electrical potential difference  $V_2$  predetermined with the fixed current which becomes settled by the transistor Q11 and resistance R4.

[0026] As shown in drawing 6 (VII), by such charge and discharge, it goes up with fixed inclination on an electrical potential difference  $V_{H2}$  from the predetermined electrical potential difference  $V_2$ , and in this electrical potential difference  $V_{H2}$ , fixed time amount  $T_{h3}$  is held and the voltage waveform which descends to  $V_2$  with fixed inclination is obtained shortly.

[0027] Actuation of the equipment constituted in this way next is explained. The control signal generating circuit 20 is making flip-flops F1 and F1 and F1 .. latch the bidirectional switching transistors 30, 30, and 30 and the selection signal of .... between the last printing periods, as mentioned above. Then, an input of a timing signal ( drawing 6 (I)) operates the drive signal generating circuit 26 and the 2nd drive signal generating circuit 28. These signals are directly impressed to one terminal of a piezoelectric transducer 9 through the bidirectional switching transistor 30 again at the other-end child of a piezoelectric transducer 9. Thereby, it charges with a voltage buildup rate fixed from an electrical potential difference  $V_1$  to an electrical potential difference  $V_H$ , it contracts with constant speed, and a piezoelectric transducer 9 expands the pressure generating room 6.

[0028] The ink of a reservoir 4 flows into the pressure generating room 6 through the ink feed hopper 8 by expansion of this pressure generating room 6, and the meniscus of a nozzle orifice 2 is drawn in coincidence at the pressure generating room 6 side. If a driving signal reaches an electrical potential difference VH1, only the period of predetermined time Th 1 will maintain this electrical potential difference VH1, and will descend towards an electrical potential difference V1 after that.

[0029] When a driving signal descends towards an electrical potential difference V1, the piezoelectric transducers 9, 9, and 9 and the charge charge of .... which were charged by the electrical potential difference VH1 discharge, it returns that is, elongates in the original condition, and it is made to contract the pressure generating room 6. Ink is pressurized by contraction of this pressure generating room 6, and the regurgitation is carried out as an ink droplet from a nozzle orifice 2.

[0030] Thus, if the signal from the one-shot multivibrator M2 of the 1st timing control circuit 40 starts, the one-shot multivibrator M3 of the 2nd timing control circuit 41 will operate, the time amount of extent which does not interrupt the regurgitation of time amount Th 2, for example, the ink droplet for about 4 microseconds, will be set, and the driving signal of the 2nd drive signal generating circuit 28 will be impressed to the other-end child of a piezoelectric transducer 9.

[0031] For this reason, towards an electrical potential difference VH2, at the fixed rate of a voltage drop, it charges with reversed polarity and a piezoelectric transducer 9 is shortly elongated further from the predetermined electrical potential difference V2. expanding for the electrical potential difference a piezoelectric transducer 9 is equivalent to the difference of two driving signals by this (VH1+VH2) -- a variation rate is started, the pressure generating room 6 is shrunk, and the ink droplet equipped with the amount of ink suitable for printing and the flying speed is made to breathe out

[0032] Since it is set up so that the 2nd driving signal may go up towards the predetermined electrical potential difference V2 from an electrical potential difference VH2 when vibration of the meniscus produced after regurgitation termination of an ink droplet is most drawn in the pressure generating room 6 side and changes to a nozzle orifice 2 side (t0), shortly, it charges, and contracts and the pressure generating room 6 carries out minute expansion of the piezoelectric transducer 9.

[0033] Since the meniscus reversed so that it might move to a nozzle orifice side by minute expansion of this pressure generating room 6 is pulled back at a pressure generating room side, a meniscus has that kinetic energy reduced and decreases that vibration quickly. Therefore, the size of the dot on a record form can be adjusted to arbitration, without causing generating of ink Myst.

[0034] Hereafter, an above-mentioned process operates the 1st drive signal generating circuit 26 and the 2nd signal generating circuit 28 synchronizing with a timing signal, for one terminal of a piezoelectric transducer 9, the 2nd driving signal is supplied for the 1st driving signal to an other-end child, and printing is performed.

[0035] Thus, in order to impress the signal from the drive signal generating circuits 26 and

28 which became independent, respectively to the both-ends child of a piezoelectric transducer 9, the electrical potential differences  $V_{h1}$  and  $V_{h2}$  of two drive signal generating circuits 26 and 28 will act on a piezoelectric transducer 9 independently. Also although a piezoelectric transducer 9 acts, about about 1 at the time of generating an electrical potential difference ( $V_{h1}+V_{h2}$ ) by the single drive signal generating circuit / 2 Therefore, \*\*\*\*\*, It not only can carry out thing use, but the variation rate of the same amount as this electrical-potential-difference  $V_{h1}+V_{h2}$  will be carried out, and it can use a pressure-proof low thing for the electronic parts with the low pressure-proofing to a piezoelectric transducer 9 which constitute each drive signal generating circuit.

[0036] In addition, in an above-mentioned example, although zero were taken and explained to shaft orientations at the piezoelectric transducer which carries out flexible displacement, even if it applies to the recording head using the piezoelectric transducer bent and displaced, it is clear to do the same operation so.

[0037] Moreover, although the output time of each signal is controlled by the one-shot multivibrator in an above-mentioned example, it is clear that other timing control means, such as a microcomputer, can be used.

[0038]

[Effect of the Invention] As mentioned above, the ink jet type recording head which it expands [ recording head ], and the pressure generating room which is open for free passage to a reservoir through a nozzle orifice and an ink feed hopper is contracted [ recording head ] with a piezoelectric transducer, and makes an ink droplet breathe out in this invention as explained, The 1st signal which carries out electrical-potential-difference change with rate of change fixed in one direction from the electrical potential difference of arbitration, The 1st signal generation means which the 3rd which carries out electrical-potential-difference change with the 2nd signal holding a predetermined electrical potential difference and rate of change fixed from a predetermined electrical potential difference to the electrical potential difference of arbitration carried out signal generation, and was connected to one terminal of a piezoelectric transducer, The 4th signal which carries out electrical-potential-difference change with rate of change fixed in one direction from the electrical potential difference of arbitration, The 2nd signal generation means which generated the 5th signal holding a predetermined electrical potential difference, and the 6th signal which changes with rate of change fixed from a predetermined electrical potential difference to the electrical potential difference of arbitration, and was connected to the other-end child of a piezoelectric transducer, Since it had the control means which operates the 1st signal generation means and the 2nd signal generation means synchronizing with the timing signal from the outside The variation rate equivalent to the sum of the electrical potential difference of each signal generation means can be produced, and a piezoelectric transducer and electronic-circuitry components can be made to generate the ink droplet of the amount of ink suitable for printing, and a flying speed using a pressure-proof low thing only by the maximum voltage of each signal generation means making it act on a piezoelectric transducer.



---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view showing one example of the ink jet type recording head used for the ink jet recording apparatus of this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram showing one example of the ink jet type recording apparatus of this invention.

[Drawing 3] It is the block diagram showing one example of the control signal generating circuit in equipment same as the above.

[Drawing 4] It is the circuit diagram showing one example of the 1st drive signal generating circuit in equipment same as the above.

[Drawing 5] It is the circuit diagram showing one example of the 2nd drive signal generating circuit in equipment same as the above.

[Drawing 6] Drawing (I) thru/or (IX) are the wave form charts showing actuation of \*\*\*\*\* same-as-the-above equipment.

[Drawing 7] drawing (\*\*) or (Ha) it is drawing explaining each parameter which specifies a driving signal, respectively.

[Drawing 8] It is the wave form chart showing an example of the conventional driving signal.

### [Description of Notations]

- 1 Nozzle Plate
- 2 Nozzle Orifice
- 3 Pressure Generating Room
- 8 Elastic Plate
- 9 Piezoelectric Transducer

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-42772

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月16日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

B 4 1 J 2/01  
2/045  
2/055

B 4 1 J 3/04

1 0 1 Z  
1 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-215990

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月25日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 碓井 稔

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

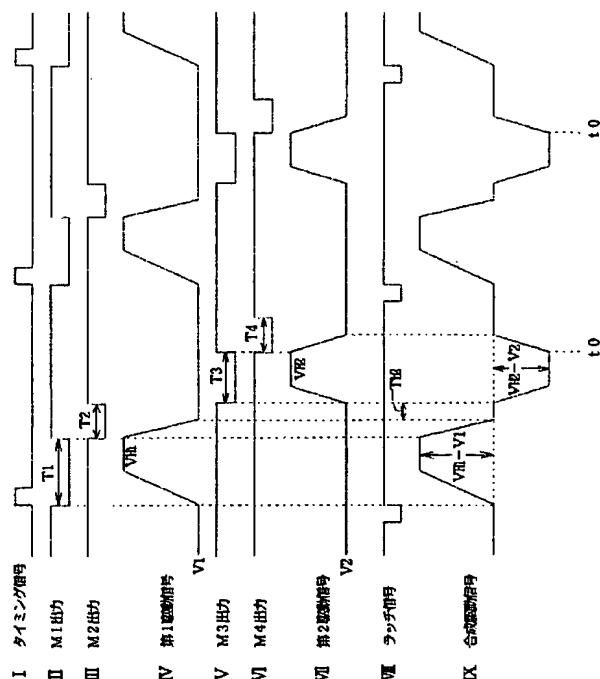
(74) 代理人 弁理士 木村 勝彦 (外1名)

(54) 【発明の名称】 インクジェット式記録装置

(57) 【要約】

【課題】 圧電振動子に作用する駆動電圧を低減すること。

【解決手段】 電圧  $V_1$  から一方の方向に一定の変化率で電圧変化する第1の信号と、所定電圧  $V_{h1}$  を保持する第2の信号と、電圧  $V_{h1}$  から電圧  $V_1$  まで一定の変化率で電圧変化する第3の信号からなる第1駆動信号 (図I V) と、電圧  $V_2$  から一方の方向に一定の変化率で電圧変化する第4の信号と、所定電圧  $V_{h2}$  を保持する第5の信号と、電圧  $V_{h2}$  から電圧  $V_2$  まで一定の変化率で変化する第6の信号からなる第2駆動信号 (図VII) とを外部からのタイミング信号に同期して圧電振動子に両端子に作用させ、合成駆動信号 (図IX) を印加する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ノズル開口、及びインク供給口を介してリザーバに連通する圧力発生室を圧電振動子により膨張、収縮してインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドと、

任意の電圧から一方の方向に一定の変化率で電圧変化する第 1 の信号と、所定電圧を保持する第 2 の信号と、前記所定電圧から前記任意の電圧まで一定の変化率で電圧変化する第 3 の信号を発生し、かつ前記圧電振動子の一方の端子に接続された第 1 の信号発生手段と、

任意の電圧から一方の方向に一定の変化率で電圧変化する第 4 の信号と、所定電圧を保持する第 5 の信号と、前記所定電圧から任意の電圧まで一定の変化率で変化する第 6 の信号を発生し、かつ前記圧電振動子の他方の端子に接続された第 2 の信号発生手段と、

第 1 の信号発生手段と第 2 の信号発生手段とを外部からのタイミング信号に同期して作動させる制御手段とからなるインクジェット式記録装置。

【請求項 2】 前記一方の方向が前記圧力発生室を膨張させ、また前記他方の方向が前記圧力発生室を収縮させる電圧変化である請求項 1 に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項 3】 前記第 1、及び第 2 の信号発生手段の少なくとも一方が、前記印刷信号により制御を受ける双方向スイッチング手段を介して前記圧電振動子に接続されている請求項 1 に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項 4】 第 1 の信号発生手段からの信号の終了と、第 2 の信号発生手段からの信号の発生との間に、インク滴の吐出に影響を及ぼさない程度の時間差が設けられている請求項 1 に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項 5】 前記時間差が 4 マイクロ秒以下である請求項 3 に記載のインクジェット式記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明が属する技術の分野】本発明は、圧電振動子をアクチュエータに使用したインクジェット記録ヘッドの駆動技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一部が弾性板により構成され、ノズル開口に連通する圧力発生室を、圧電振動子により膨張、収縮させて、インクの吸引、インク滴の形成を行うインクジェット式記録ヘッドは、アクチュエータである圧電振動子の変位を信号波形により任意に制御できるため、発熱素子を駆動手段に使用するインクジェット式記録ヘッドに比較してインク滴のサイズ等を制御しやすく、高い解像度で、かつ高速度での印刷が可能である。

【0003】ところが、このような圧電振動子は必然的に残留振動を伴うため、インク滴吐出後にも大きな残留振動が残ってメニスカスの挙動に影響を与え、これに起因して次のインク滴吐出時におけるメニスカスの位置が

バラつき、結果としてインク滴の飛翔方向が変動したり、またメニスカスのノズル開口側への大きなオーバーシュートによりインクミストが生じたりして印字品質に低下を来す場合がある。このような問題を解消するため、特開平 1 号公報に見られるように、圧力発生室を拡大させる第 1 の工程と、膨張状態にある圧力発生室を収縮させてノズル開口からインク滴を吐出させる第 2 の工程と、インク滴吐出後に生じたメニスカスの振動がノズル開口側に向かう時点で第 1 の工程よりも小さい容積で圧力発生室を拡大させ、インク滴の吐出により発生したメニスカスの振動を圧力発生室側に引き込んでメニスカスの振動を効果的に減衰させ、かつ次のインク滴吐出に最適な位置となるようにノズル開口の内側にメニスカスを留めさせる駆動方法が提案されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】このような駆動を実現するためには、図 8 に見られるように中間電圧から一方の方向への電圧の変化と、他方の方向への電圧の変化を必要とするため、最高電圧  $V_h$  と最低電圧  $V_L$  との差電圧  $V_I$  が圧電振動子に作用することになり、圧電振動子や駆動回路を構成する電子部品にはこれに相当する耐圧が求められ、圧電振動子に大きな変位を必要とする装置にあっては圧電振動子や回路部品に耐電圧の高いものが必要となり、コストの上昇を招くという問題がある。本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、中間電圧から両方向に電圧変化するという駆動信号の特性を積極的に利用して、圧電振動子や電子部品の低耐圧化を図ることができる新規なインクジェット式記録装置を提供することである。

## 【0005】

【課題を解消するための手段】このような問題を解消するために本発明においては、ノズル開口、及びインク供給口を介してリザーバに連通する圧力発生室を圧電振動子により膨張、収縮してインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドと、任意の電圧から一方の方向に一定の変化率で電圧変化する第 1 の信号と、所定電圧を保持する第 2 の信号と、前記所定電圧から前記任意の電圧まで一定の変化率で電圧変化する第 3 の信号発生し、かつ前記圧電振動子の一方の端子に接続された第 1 の信号発生手段と、任意の電圧から一方の方向に一定の変化率で電圧変化する第 4 の信号と、所定電圧を保持する第 5 の信号と、前記所定電圧から任意の電圧まで一定の変化率で変化する第 6 の信号を発生し、かつ前記圧電振動子の他方の端子に接続された第 2 の信号発生手段と、第 1 の信号発生手段と第 2 の信号発生手段とを外部からのタイミング信号に同期して作動させる制御手段とを備えるようにした。

## 【0006】

【作用】圧電振動子は、各信号発生手段の最高電圧が作用するだけで、各信号発生手段の電圧の和に相当する変

位が生じ、印字に適したインク量と飛行速度のインク滴を吐出させる。

#### 【0007】

【発明の実施の形態】そこで以下に本発明の詳細を図示した実施例に基づいて説明する。図1は、本発明に使用するインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示すものであって、図中符号1はノズル開口2が穿設されたノズルプレート、3は流路構成板、4は弾性板で、流路構成板3の両面をノズルプレート1と弾性板4とで封止してインク流路ユニットが構成されている。

【0008】このインク流路ユニット5は、圧力発生室6、リザーバ7、及びこれらを接続するインク供給口8を有し、後述する圧電振動子9の変位を受けてノズル開口2からインク滴を吐出したり、またリザーバ4のインクを圧力発生室6に吸引する。

【0009】9は、圧電振動子で、伸長方向に平行に圧電材料10と内部電極11、12となる導電材料を交互に積層して構成され、充電状態では導電層の積層方向と直角な方向に収縮し、また充電状態から放電状態に移る時点で導電層と直角な方向に伸長する、いわゆる縦振動モードの振動子で、その先端を圧力発生室6を形成している弾性板4に当接させた状態で他端が基台13に固定されている。

【0010】図2は、上述したインクジェット式記録ヘッドを駆動する駆動回路の一実施例を示すものであって、図中符号20は、制御信号発生回路で、入力端子21、22と出力端子23、24、25を備え、端子21、22には印刷データを生成する外部装置からの印字信号とタイミング信号が入力し、また出力端子23、24、25からシフトクロック信号、印字信号、及びラッ

チ信号が出力するように構成されている。

【0011】第1駆動信号発生回路26、第2駆動信号発生回路28は、端子22から入力した外部装置からのタイミング信号に基づいて出力端子27、29に後述する駆動信号を出力するものである。出力端子27には、後述するフリップフロップからの信号によりオンオフ制御を受ける双方向トランジスタ30を介して圧電振動子9、9、9……の一方の端子が、また出力端子29には圧電振動子9、9、9の他方の端子が接続されている。

【0012】F1、F1、F1……は、それぞれラッチ回路を構成するフリップフロップであり、またF2、F2、F2……はシフトレジスタを構成するフリップフロップで、フリップフロップF2、F2、F2……から各圧電振動子9、9、9……に対応して出力された印字信号をフリップフロップF1、F1、F1……でラッチし、各双方向スイッチングトランジスタ30、30、30……に選択信号を出力するように構成されている。

【0013】図3は、制御信号発生回路20の一実施例を示すものであって、図中符号31は、カウンタで、端子22から入力するタイミング信号（図6（I））の立

ち上がりで初期化され、発振回路33からのクロック信号を圧電振動子9、9、9……の数に一致する値まで計数した時点でLOWレベルのキャリア信号を出力して計数動作を停止するものである。このカウンタ31のキャリア信号は、ANDゲートにより発振回路33のクロック信号と論理積を取られて端子23にシフトクロック信号として出力する。

【0014】また、符号34は、端子21から入力する圧電素子9、9、9……に一致するビット数の印字データを記憶するメモリで、ANDゲートからの信号に同期して内部に記憶している印字データを端子24に1ビット毎にシリアル出力する機能をも合わせ備えている。

【0015】この端子24からシリアル転送される印字信号は、次の印刷周期で双方向スイッチングトランジスタ30、30、30……の選択信号となり、印字信号の端子23から出力されたシフトクロック信号により前述のシフトレジスタを構成しているフリップフロップF1、F1、F1、……にラッチされる。なお、ラッチ信号（図6（VIII））は、前述のキャリア信号の立ち下がり

に同期してラッチ信号生成回路35から出力される。

【0016】図4は、駆動信号発生回路26の一実施例を示すものであって、図中符号40は、第1タイミング制御回路で、縦属接続された2つのワンショットマルチバイブレータM1、M2を有し、各ワンショットマルチバイブレータM1、M2にはそれぞれ第1の充電時間（ $T_{c1}$ ）と第1のホールド時間（ $T_{h1}$ ）との和 $T1 = (T_{c1} + T_{h1})$ 、放電時間（ $T_{d1}$ ）と第2のホールド時間（ $T_{h2}$ ）との和 $T2 = (T_{d1} + T_{h2})$ を規定するためのパルス幅（図6（II）、（III））が設定されている。

【0017】各ワンショットマルチバイブレータM1、M2から出力するパルスの立ち上がり、立ち下がりにより、それぞれ充電を実行させるトランジスタQ2、放電を実行させるトランジスタQ3をオン、オフ制御するように構成されている。

【0018】外部装置からのタイミング信号が端子22に入力すると、タイミング制御回路40を構成するワンショットマルチバイブレータM1は、予めこれに設定されているパルス幅（ $T_{c1} + T_{h1}$ ）のパルス信号（図6（II））を出力する。このパルス信号によりトランジスタQ1がオンとなると、コンデンサC1がトランジスタQ2と抵抗R1とにより定まる一定電流でもって充電される。この充電によりコンデンサC1の端子電圧が電源電圧 $V_{H1}$ になると、充電動作が自動的に停止し、以後、放電されるまでこの電圧が維持される。

【0019】次ぎにワンショットマルチバイブレータM1のパルス幅に相当する時間（ $T_{c1} + T_{h1}$ ）=  $T1$ が経過してこれが反転すると、トランジスタQ1がオフとなり、またワンショットマルチバイブレータM2からパルス信号（図6（III））が出力してトランジスタQ3がオ

ンとなってコンデンサC1を放電させる。この放電は、トランジスタQ4と抵抗R3とにより定まる一定電流で所定の電圧V1まで実行される。

【0020】このような充放電により、図6(IV)に示したように電圧V1から電圧VH1に一定の勾配で上昇し、この電圧VH1を一定時間Th1を保持し、今度は一定の勾配でV1まで降下する電圧波形が得られる。

【0021】図5は、第2駆動信号発生回路28の一実施例を示すものであって、図中符号41は、第2タイミング制御回路で、第1タイミング制御回路40のワンショットマルチバイブレータM2の立ち上がりにより起動するワンショットマルチバイブレータM3と第2のワンショットマルチバイブレータM4とを継続接続されている。

【0022】各ワンショットマルチバイブレータM3、M4にはそれぞれ第2の充電時間(Tc2)と第3のホールド時間(Th3)との和T3 = (Tc2 + Th3)、第2の放電時間(Td2)であるT4を規定するためのパルス幅(図6(V)、(VI))が設定されている。

【0023】各ワンショットマルチバイブレータM3、M4から出力するパルスの立ち上がり、立ち下がりによりそれぞれ充電を実行させるトランジスタQ8、放電を実行させるトランジスタQ10をオン、オフ制御するように構成されている。

【0024】外部装置からのタイミング信号が端子22に入力すると、タイミング制御回路41を構成するワンショットマルチバイブレータM3は、予めこれに設定されているパルス幅T3 (Tc2 + Th3) のパルス信号(図6(V))を出力する。このパルス信号によりトランジスタQ8がオンとなると、コンデンサC2がトランジスタQ9と抵抗R3とにより定まる一定電流でもって充電される。このじゅうでんによりコンデンサC2の端子電圧が電源電圧VH2になると、充電動作が自動的に停止し、以後、放電されるまでこの電圧が維持される。

【0025】次ぎにワンショットマルチバイブレータM3のパルス幅に相当する時間(Tc2 + Th3) = T3が経過してこれが反転すると、トランジスタQ8がオフとなり、またワンショットマルチバイブレータM3からパルス幅T3のパルス信号(図6(VI))が出力してトランジスタQ10がオンとなってコンデンサC2を放電させる。この放電は、トランジスタQ11と抵抗R4とにより定まる一定電流で所定の電圧V2まで実行される。

【0026】このような充放電により、図6(VII)に示したように所定電圧V2から電圧VH2に一定の勾配で上昇し、この電圧VH2を一定時間Th3を保持し、今度は一定の勾配でV2まで降下する電圧波形が得られる。

【0027】次ぎにこのように構成した装置の動作について説明する。前述したように制御信号発生回路20は、前回の印刷周期の間に双方向スイッチングトランジスタ30、30、30、…の選択信号をフリップフロ

ップF1、F1、F1…にラッチさせている。その後、タイミング信号(図6(I))が入力すると、駆動信号発生回路26及び第2駆動信号発生回路28が作動する。これらの信号は双方向スイッチングトランジスタ30を介して圧電振動子9の一方の端子に、また圧電振動子9の他方の端子に直接印加される。これにより、圧電振動子9は、電圧V1から電圧VHまで一定の電圧上昇率で充電され、一定速度で収縮して圧力発生室6を膨張させる。

【0028】この圧力発生室6の膨張によりインク供給口8を介してリザーバ4のインクが圧力発生室6に流れ込み、同時にノズル開口2のメニスカスが圧力発生室6側に引き込まれる。駆動信号が電圧VH1に到達すると、所定時間Th1の期間だけこの電圧VH1を維持し、その後電圧V1に向けて降下する。

【0029】駆動信号が電圧V1に向けて降下すると、電圧VH1に充電されていた圧電振動子9、9、9、…の充電電荷が放電されて元の状態に復帰、つまり伸長して圧力発生室6を収縮させる。この圧力発生室6の収縮によりインクが加圧されてノズル開口2からインク滴として吐出する。

【0030】このようにして第1タイミング制御回路40のワンショットマルチバイブレータM2からの信号が立ち上がると、第2タイミング制御回路41のワンショットマルチバイブレータM3が作動して、時間Th2、例えば4マイクロ秒程度のインク滴の吐出を中断させない程度の時間をおいて圧電振動子9の他方の端子に第2駆動信号発生回路28の駆動信号が印加される。

【0031】このため、圧電振動子9は所定電圧V2からさらに電圧VH2に向けて一定の電圧降下率で今度は逆極性で充電されてさらに伸長する。これにより、圧電振動子9は、2つの駆動信号の差に相当する電圧分(VH1 + VH2)の伸長変位を起こして圧力発生室6を収縮させ、印字に適したインク量と飛行速度を備えたインク滴を吐出させる。

【0032】インク滴の吐出終了後に生じるメニスカスの振動が圧力発生室6側に最も引き込まれ、ノズル開口2の側に転じる時点(t0)で、第2駆動信号が電圧VH2から所定電圧V2に向けて上昇するように設定されているので、圧電振動子9は今度は充電されて収縮し、圧力発生室6が微小膨張する。

【0033】この圧力発生室6の微小膨張によりノズル開口側に移動するように反転したメニスカスが圧力発生室側に引き戻されるから、メニスカスはその運動エネルギーを減じられてその振動を急速に減衰する。したがって、インクミストの発生を来すことなく、記録用紙上のドットのサイズを任意に調整できる。

【0034】以下、上述の工程をタイミング信号に同期して第1駆動信号発生回路26及び第2信号発生回路28を作動させて、圧電振動子9の一方の端子には第1駆

10

20

30

40

50

動信号を、他方の端子に第2駆動信号を供給して印刷を実行する。

【0035】このように、圧電振動子9の両端子にそれぞれ独立した駆動信号発生回路26、28からの信号を印加するため、圧電振動子9には2つの駆動信号発生回路26、28の電圧 $V_{h1}$ 、 $V_{h2}$ が単独に作用することになる。したがって圧電振動子9は、単一の駆動信号発生回路により電圧( $V_{h1}+V_{h2}$ )を発生させた場合のほぼ1/2程度が作用するのにも関わらず、この電圧 $V_{h1}+V_{h2}$ と同一量の変位をすることになり、圧電振動子9に耐

【0036】なお、上述の実施例においては、軸方向に伸縮変位する圧電振動子に零を採って説明したが、たわみ変位する圧電振動子を用いた記録ヘッドに適用しても同様の作用を奏することは明らかである。

【0037】また、上述の実施例においては各信号の出力時点をワンショットマルチバイブレータにより制御しているが、マイクロコンピュータ等他のタイミング制御手段を使用できることは明らかである。

【0038】

【発明の効果】以上、説明したように本発明においては、ノズル開口、及びインク供給口を介してリザーバに連通する圧力発生室を圧電振動子により膨張、収縮してインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドと、任意の電圧から一方の方向に一定の変化率で電圧変化する第1の信号と、所定電圧を保持する第2の信号と、所定電圧から任意の電圧まで一定の変化率で電圧変化する第3の信号発生し、かつ圧電振動子の一方の端子に接続された第1の信号発生手段と、任意の電圧から一方の方向に一定の変化率で電圧変化する第4の信号と、所定電圧を保持する第5の信号と、所定電圧から任意の電圧ま

で一定の変化率で変化する第6の信号を発生し、かつ圧電振動子の他方の端子に接続された第2の信号発生手段と、第1の信号発生手段と第2の信号発生手段とを外部からのタイミング信号に同期して作動させる制御手段とを備えたので、圧電振動子に各信号発生手段の最高電圧が作用させるだけで、各信号発生手段の電圧の和に相当する変位を生じさせることができ、印字に適したインク量と飛行速度のインク滴を、圧電振動子や電子回路部品に耐圧の低いものを使用して発生させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のインクジェット記録装置に使用するインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示す断面図である。

【図2】本発明のインクジェット式記録装置の一実施例を示すブロック図である。

【図3】同上装置における制御信号発生回路の一実施例を示すブロック図である。

【図4】同上装置における第1駆動信号発生回路の一実施例を示す回路図である。

【図5】同上装置における第2駆動信号発生回路の一実施例を示す回路図である。

【図6】図(I)乃至(IX)はそれぞれ同上装置の動作を示す波形図である。

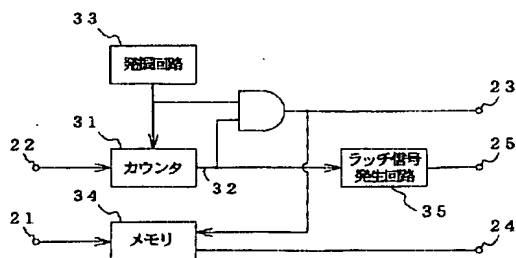
【図7】図(イ)乃至(ハ)はそれぞれ駆動信号を規定する各パラメータを説明する図である。

【図8】従来の駆動信号の一例を示す波形図である。

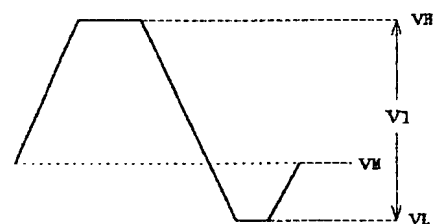
【符号の説明】

- 1 ノズルプレート
- 2 ノズル開口
- 3 圧力発生室
- 8 弾性板
- 9 圧電振動子

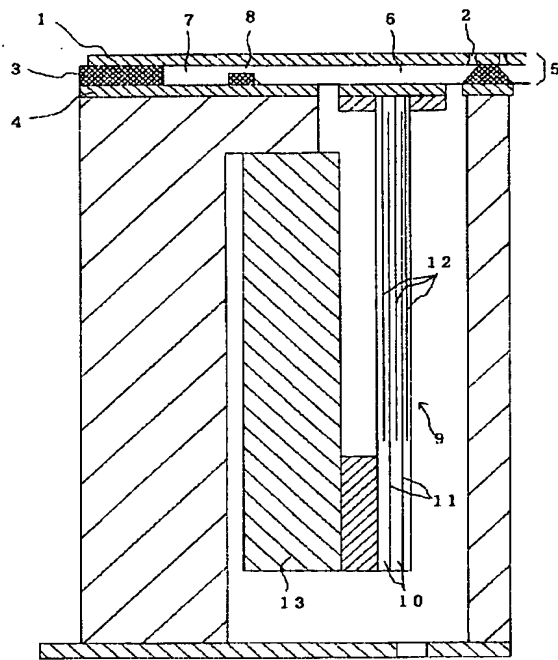
【図3】



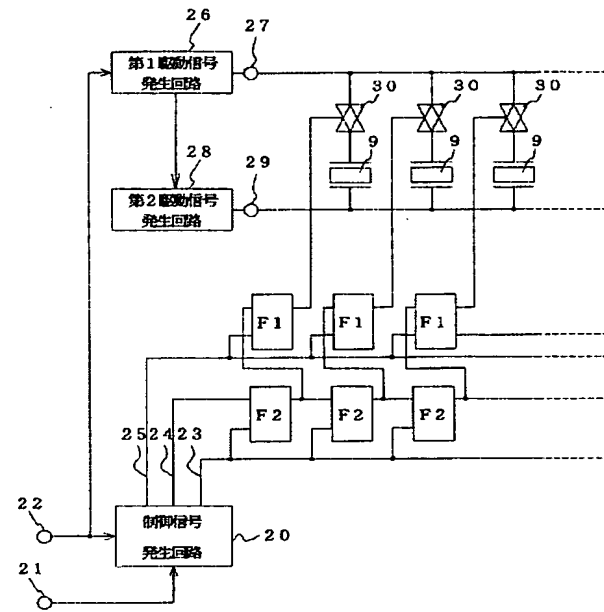
【図8】



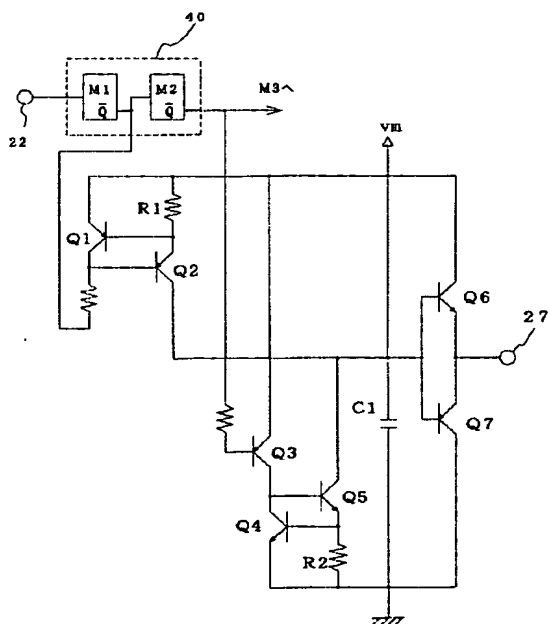
【図1】



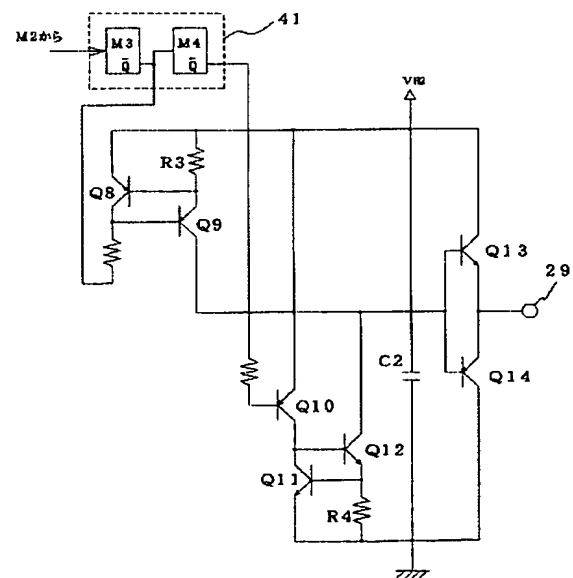
【図2】



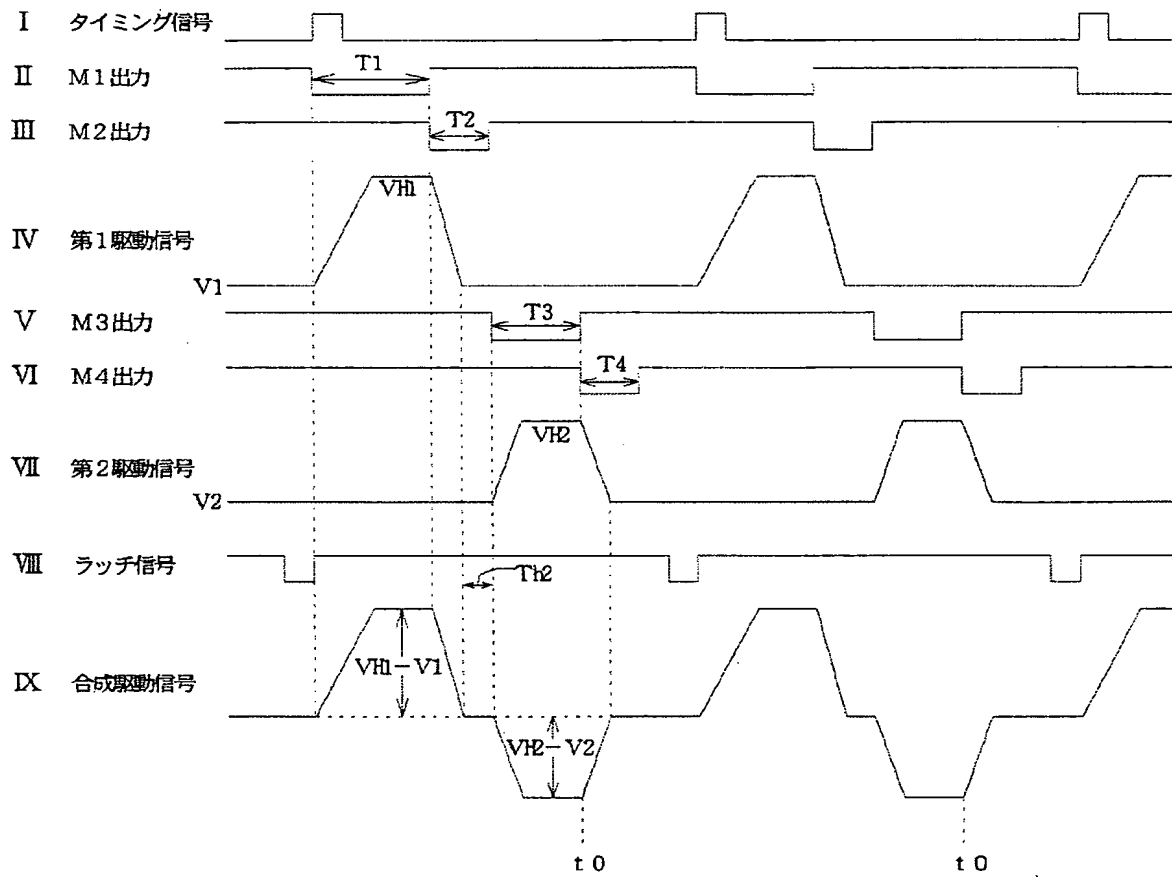
【図4】



【図5】



【図 6】





【図 7】

